

STM/STS による Fe (001) ウィスカ上の Mg 超薄膜の酸化研究

STM/STS study of Oxidized Ultrathin Mg Films on Fe(001)-whisker

○坂口 雄基¹、L. Gerhard²、山田 豊和¹ (1. 千葉大院融合、2. カールスルーエ工科大)

○Yuki Sakaguchi¹, Lukas Gerhard², Toyo K. Yamada¹ (1.Chiba Univ., 2.KIT)

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

走査トンネル顕微鏡(STM)による原子像観察と分光測定から、Cu (111) 上の鉄ナノ島では電界極性により鉄をbcc強磁性とfcc反強磁性に相転移制御できることが実証された[1,2,3]。金属表面での磁気電気結合の発見は電界による磁石制御素子を現実のものとした。磁気情報の書き込みでは、コイルに電流を流して磁界を発生させナノ磁石のNS極の向きを制御する。しかし、コイルに電流を流せば熱が発生し無駄な電力消費となる。一方、電界であれば電力消費は無く、省電力な磁気情報記録素子を実現する。

電界制御による磁気情報素子として図に示す Fe/MgO 系が最も実用化に近い系として研究が進められてきている。強電界による磁気異方正の制御が報告されてきている。鉄へ強電界を印加するために鉄膜は数原子レベルまで薄くする。結果としてFe/MgO界面の効果が磁気特性を決める。理論的にはFe/MgO界面では1000%を超える磁気抵抗比が予測されているが実際には数百%しか達していない。その原因は界面において図に示すようなFe-Oパッチができ、これが反強磁性的な役割をして周りの鉄原子の磁化をピンしてしまい磁気抵抗比を減衰する。

本研究で我々は、超高真空 STM 装置を用いて、高純度 Fe(001)ウィスカ単結晶表面の酸化過程および Mg 成膜・酸化過程を研究した。

原子レベルで均一な Fe/MgO 界面を作成するのは難しい。鉄が活性であるからである。そこで、あえて

Fe(001)表面に1原子層分だけ Fe-O-p(1x1)膜を形成、その上に MgO 膜を作成する。理論計算では、界面に1原子層・鉄酸化膜が挿入されると磁気抵抗は大きく減衰するとさせるが、実験では磁気抵抗比はほとんど減衰しない。Fe(001)表面の酸化過程を STM 原子像観察と分光測定で探った。基板温度により Fe(001)表面には異なる2相の酸化鉄が混在した。一方は原子テラス(平坦)として、他方は立方体島(パッチ)として現れた。温度が均一な界面形成には重要なパラメータと分かった。また、基板温度を調整することで、Fe(001)格子上に Mg を層状成長できた。

References:

- [1] L. Gerhard, T. K. Yamada, W. Wulfhekel, et al., Nature Nanotechnology, 5 (2010) 792.
- [2] T. K. Yamada, L. Gerhard, Wulf Wulfhekel, et al., J. Magn. Soc. Jpn., 36 (2012) 100.
- [3] L. Gerhard, A. Ernst, W. Wulfhekel, et al., Phys. Rev. Lett. 111 (2013) 167601.

